

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА СТАЛИ 30X13, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ИНЖЕКЦИОННОГО ФОРМОВАНИЯ

*В.С. Шадрин<sup>1,3</sup>, Р.В. Левков<sup>2,3</sup>, Н.В. Киселев<sup>1</sup>*

Научный руководитель: д. ф.-м. н., профессор С.Н. Кульков

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

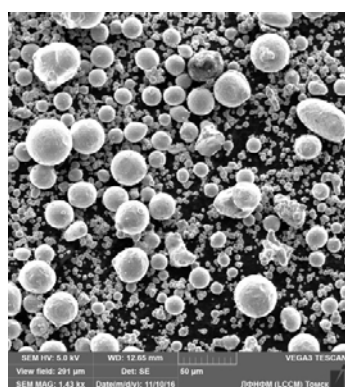
<sup>3</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

Nicolas93.08@mail.ru

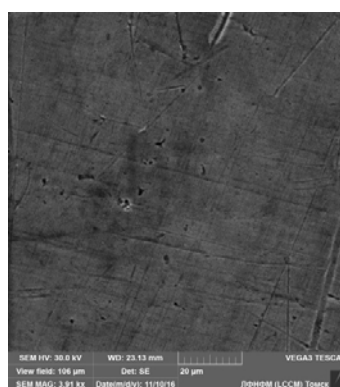
Наряду с развитием традиционных способов получения металлических изделий (литьем, штамповкой и др.) в последнее время интенсивно развиваются технологии, основанные на применении исходных компонентов в высокодисперсном состоянии, которые консолидируются в процессе воздействия давления, температуры и других факторов. Такие технологические процессы позволяют получить изделия сложной геометрической формы, обеспечивая высокую точность размеров, заданные эксплуатационные характеристики и приемлемую стоимость. Примером такого процесса является МИМ-технология или технология инъекционного формования порошковых металлов под давлением, которая уже в течение 30 лет успешно используется в зарубежных странах для изготовления деталей, применяемых в различных отраслях. Сущность технологии заключается в формовании заготовки из композиций дисперсных металлических порошков со связующим (фидстоком) с последующим спеканием до высокой плотности [1]. Основным преимуществом МИМ-технологии является возможность точного повторения геометрии изделия, высокая точность размеров и высокие прочностные характеристики, в дополнение к этому такой способ обработки материалов считается сегодня самым низкокзатратным. Сталь 30X13 относится к коррозионно-стойким и жаропрочным сталям, применяется для изготовления режущего, мерительного инструмента, различных деталей, работающих на износ в агрессивных средах при повышенных температурах. Существуют порошки 30X13 отечественного производства [2], однако до настоящего времени они не нашли применения в МИМ-технологии.

*Целью* настоящей работы являлось исследование структуры и свойств стали, полученной по МИМ-технологии, из фидстока на основе металлического порошка 30X13.

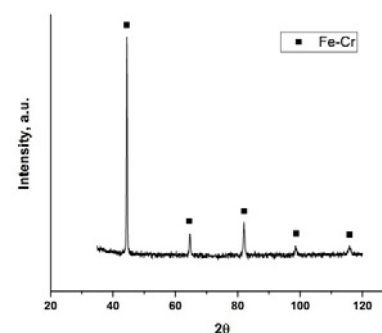
Для получения образцов был изготовлен фидсток на основе порошка 30X13. В состав связующего входили парафин с воском. Фидсток разогревался до температуры 90 °С и под давлением подавался в стальную форму. Спекание образцов производили в вакууме при температуре 1350 °С. Исследование фазового состава и структуры полученной стали проводили методами растровой электронной микроскопии (РЭМ) и рентгеноструктурного анализа. Механические испытания на растяжение проводили на испытательной установке Instron 5982 со скоростью нагружения 1 мм/мин. Значения микротвердости по Виккерсу определяли на твердомере ПМТ-3.



*Рис. 1.* РЭМ изображение порошка 30X13



*Рис. 2.* РЭМ изображение полированной поверхности стали 30X13, полученной по МИМ-технологии



*Рис. 3.* Рентгенограмма стали 30X13, полученной по МИМ-технологии

На рисунке 2 представлено РЭМ изображение структуры полученной стали. Пористость материала составляет 6%. На рентгенограммах образца фиксируются только пики, соответствующие фазе Fe-Cr. Результаты рентгеноструктурного анализа показали, что параметр решетки Fe-Cr совпадает со значениями, представленными в картотеке ASTM и составляет 2,8773 Å, размер областей когерентного рассеяния (ОКР)  $D = 100$  нм, микродисторсия  $\epsilon = 1,5 \cdot 10^{-3}$ .

Условный предел текучести 250 МПа и предел прочности 620 МПа изготовленных образцов были определены из диаграммы нагружения, представленной на рисунке 4. Значение микротвердости по Виккерсу составило 270 МПа. Значения предела прочности и твердости, указанные в справочных данных [2] для стали 30X13, хорошо согласуются с аналогичными показателями, полученными в настоящей работе. Низкий предел текуче-

сти материала, по-видимому, вызван увеличением пластичности стали в следствие медленной скорости охлаждения.

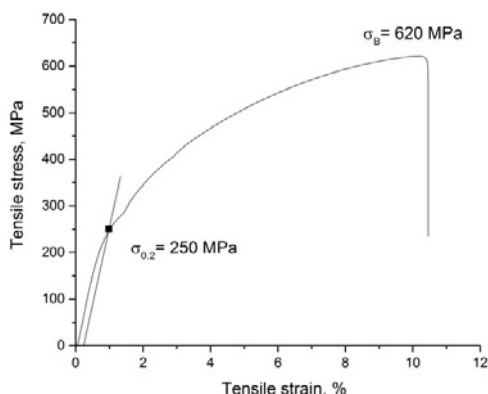


Рис. 4. Диаграмма нагружения образца стали 30X13, полученного по МИМ-технологии.

Таким образом в работе показано, что образцы, полученные методом инжекционного формования из фид-стока на основе порошка 30X13 демонстрируют механические свойства, близкие к свойствам литой стали 30X13. Структура полученных образцов пористая. На рентгенограммах фиксируются только пики, соответствующие фазе Fe-Cr.

#### Список литературы

1. Довыденков В.А., Крысь М.А., Фетисов Г.П. МИМ-технология: новые возможности изготовления заготовок // Заготовительные производства в машиностроении. – 2006. – № 8. – С. 47–50.
2. Металлические порошки для наплавки и напыления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.polema.net/metallicheskie-poroshki.html>. – 10.11.2016.
3. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. ; под общ. ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М. : Машиностроение, 2014. – С. 491.